



**University of  
Zurich**<sup>UZH</sup>

**Zurich Open Repository and  
Archive**

University of Zurich  
University Library  
Strickhofstrasse 39  
CH-8057 Zurich  
[www.zora.uzh.ch](http://www.zora.uzh.ch)

---

Year: 2000

---

**Darwin's "abominable" mystery: the oldest flower was identified by elegant  
and brute-force molecular phylogenetic studies**

Shimizu, Kentaro K

Other titles:       "       "

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-76551>

Journal Article

Originally published at:

Shimizu, Kentaro K (2000). Darwin's "abominable" mystery: the oldest flower was identified by elegant and brute-force molecular phylogenetic studies. *Protein, Nucleic Acid and Enzyme*, 45(4):618-620.

## ダーウィンの“忌まわしき謎”

### エレガント&力づくの分子系統樹で最古の花が同定された

最古の花は何か，という問題は，ダーウィンが abominable mystery (忌まわしき謎) とよんだほど長年論争を続けてきたが，最近 *Nature*, *Science* 誌などに相次いで有力な解答が現われた [Mathews, S., Donoghue, M. J. : *Science*, 286, 947-950 (1999) ; Soltis, P. S., Soltis, D. E., Chase, M. W. : *Nature*, 402, 402-404 (1999) ; Qiu, Y.-L., Lee, J., Bernasconi-Quadroni, F., Soltis, D. E. *et al.* : *Nature*, 402, 404-407 (1999) ; Parkinson, C. L., Adams, K. L., Palmer, J.

D.: *Curr. Biol.*, 9, 1485-1488 (1999)].

現在の地球上では、花をつける植物、つまり被子植物が優占している。25万種も記載されているが、このすさまじい多様さのために系統樹の作成は非常に困難であった。とくに、最古の被子植物は何か、という問題は、被子植物の起源の問題に直結するため関心の的となってきた。古くは、単純な形の風媒花とされたが、二次的な退化であるとわかって廃れた。20世紀半ばの“モクレン目説”は、多数の雄しべと雌しべがらせん状に配列する大型の花を最古とした。1984年には化石でも支持された。しかし、1990年代初頭に、古い地層から見つかった花粉が、センリョウのような小型の単純な花の花粉だとわかり、“古草本説”が脚光をあびた。90年代に入れば分子の時代である。*rbcL* 遺伝子で分子系統樹が書かれてみると、思いもしなかったマツモという植物が最古と示された。別の遺伝子で系統樹を書くとまた他の植物が最古になり、混乱を重ねた。

なぜ分子系統樹がうまくいかないのか考え直してみよう。まず、系統樹を書くには外群によって根を決める必要があるが、裸子植物は遠すぎて適切な外群でない。また、25万種のすべてを調べるのは無理なので、どれを選ぶかという問題がある。結果的に見れば、今回、最古の花とされた植物はマツモが出てきた論文に含まれていなかった。それでは最古の花と見つけれられるわけがない。他にも、短期間の適応放散という、哺乳類などと同様のむずかしい点がある。

Mathewsらは、外群がとりにくいなら、外群を使わないで済ませようと考えた。外群をとらない系統樹としては、岩部らによる先駆的な研究がある [Iwabe, N., Kuma, K., Hasegawa, M., Osawa, S., Miyata, T.: *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 86, 9355-9359 (1989)]. 真核生物、真正細菌、古細菌の三者の系統関係を知らうとすると、全生物を含んでいるのだから外群のとりようがない。しかし、たとえば ATPase の  $\alpha$ ,  $\beta$  サブユニットの遺伝子重複はこれら三者が分岐する前と考えられるので、それで根が決まる。Mathewsらは、光受容体フィトクロムをコードする遺伝子の2つのサブタイプ、*PHYA* と *PHYC* を用いた。そして、ニューカレドニアの植物、アムボレラが最古の被子植物だと示した。

一方、他の3つの論文では、1つの遺伝子だけではデータが足りないと考え、何十種、何百種から3~5個の遺伝子のシーケンスを決めた。そして系統樹を書いてみれば、アンボレラが最古だとすべてで一致した。要するに、いままでシーケンスが足りなかったのである。

アンボレラに続き、スイレンやシキミなどが分岐していた。頭文字をとって ANITA と名づけられたこれら最古の被子植物群の特徴を見てみよう。1つ目に、雌しべの隙間が閉じず、分泌液で隙間が埋められている。つまり、器官の融合が被子植物になってから初期の大きな進化ということになる。この点に着目した分子遺伝学的研究が重要となろう。2つ目に自家不和合性がみられ、その起源が予想外に古いことを示した。3つ目に、アンボレラには道管がない。この通道組織は被子植物の主要な特徴の一つと考えられていたが、再検討が必要である。

分子遺伝学のモデル植物であるシロイヌナズナ、キンギョソウ、イネ、トウモロコシ、ミヤコグサなどの位置づけも重要である。花器官のパターン形成を説明する ABC モデルの一般性を調べるために、古い被子植物だといわれていたキンボウゲ科などからシロイヌナズナの家オティック遺伝子のホモログが単離され解析された [Kramer, E. M., Irish, V. F.:

*Nature*, 399, 144-148 (1999)]. しかし, 分子系統樹によれば, 結局, シロイヌナズナからみて単子葉植物よりもずっと近縁である。それはそれでよいのだが, 面白い進化研究のためには, しっかりした系統樹に基づいて考える必要があろう。

単子葉植物の位置づけと起源の問題は今回の4論文では一致を見なかったが, 解決の日は近いだろう。裸子植物からアンボレラまでのミッシング・リンクをつなぎ, 被子植物の起源を明らかにするのはまったくこれからの問題である。被子植物の重要な特徴である外珠皮をつくる遺伝子 *INNER NO OUTER* のクローニング [Villanueva, J. M., Broadhvest, J., Hauser, B. A., Meister, R. J., Schneitz, K., Gasser, C. S. : *Genes. Dev.*, 13, 3160-3169 (1999)] が一つの突破口になる可能性が期待される。

(清水健太郎)